

数字化技术在水利建设管理中的应用浅析

何焯焯

新昌县水文站 浙江 绍兴 312000

摘要: 水利建设管理是保障水利工程全生命周期安全高效运行的核心工作,传统管理模式存在效率低、精准度不足等问题。本文结合水利工程规划、施工、运维全流程,梳理了大数据、物联网、BIM、GIS等数字化关键技术,分析了各技术在不同阶段的实际应用场景,探讨了数字化技术与水利建设管理的适配性,提出了技术、管理层面的优化策略,为推动水利建设管理数字化转型、提升管理标准化水平提供实操参考,助力传统水利管理模式向现代化转型。

关键词: 数字化技术;水利建设管理;各阶段应用;优化策略

引言:随着数字化技术的快速发展,各行各业迎来转型升级机遇,水利建设管理领域也不例外。水利工程作为关乎民生、生态的重要基础设施,其管理质量直接影响工程效用发挥与安全稳定。当前,传统水利建设管理模式难以适配工程精细化、智能化管理需求,存在信息壁垒突出、协同效率低等痛点。基于此,本文聚焦数字化技术在水利建设管理中的应用,梳理关键技术与实际应用场景,提出优化策略,为提升水利建设管理水平、推动水利行业高质量发展提供支撑。

1 数字化技术在水利建设管理中的应用概述

1.1 水利建设管理的核心内涵与流程

水利建设管理是围绕水利工程全生命周期开展的系统性管理工作,核心内涵涵盖工程规划、施工实施、运维保障等全环节,旨在实现水利工程安全、高效、可持续运行,兼顾防洪、灌溉、供水、生态保护等多重功能。其核心流程可分为三个关键阶段:前期规划阶段,主要开展水文地质勘察、工程可行性论证、方案设计等工作,为工程建设奠定基础;施工阶段,重点落实施工组织、质量控制、进度管理、安全监管等任务,确保工程按标准推进;运维阶段,聚焦工程日常监测、故障排查、养护维修、效益评估等,保障工程长期稳定发挥效用,整个流程环环相扣,需多部门协同联动。

1.2 数字化技术与水利建设管理的适配性理论

数字化技术与水利建设管理的适配性,本质是利用大数据、物联网、BIM、GIS等技术的特性,解决传统水利建设管理中效率低、精准度不足、协同性差等痛点。从适配逻辑来看,水利建设管理的全流程均存在数字化需求:前期规划需依托大数据、GIS技术整合水文、地质等海量数据,提升规划科学性;施工阶段可通过BIM建模、物联网监控,实现施工过程可视化、实时化管控;运维阶段借助智能监测、数据分析技术,实现故障精准预警与高

效处置。适配性理论核心在于“技术赋能管理”,通过数字化手段打破信息壁垒,实现水利建设管理的标准化、智能化、精细化,推动传统水利管理模式向现代化转型,提升工程管理质量与效率^[1]。

2 水利建设管理中的数字化关键技术

水利建设管理的数字化转型,核心依赖一批贴合工程实际、可落地应用的关键技术,以下结合水利工程规划、施工、运维全流程,梳理核心数字化关键技术,聚焦技术本身特性与实际应用形态,不侧重阐述技术作用。(1)大数据技术。水利建设管理涉及海量数据,涵盖水文监测数据、地质勘察数据、工程设计参数、施工过程数据及运维监测数据等,大数据技术核心是实现这些数据的高效采集、存储、整理与分析。实际应用中,可通过数据采集终端实时获取江河湖库水位、流量、泥沙含量等水文数据,通过数据库技术实现多源数据分类存储,依托数据清洗、整合技术,剔除无效数据,为水利工程各环节提供精准数据支撑,数据处理过程可适配水利工程多场景、多维度的数据需求。(2)物联网技术。物联网技术以传感器、射频识别设备、无线传输模块为核心,构建水利工程全流程感知网络。在水利建设中,可在堤坝、闸门、泵站等关键部位安装各类传感器,实时采集工程结构应力、渗流量、水位变化等数据,通过无线传输技术将数据同步至管理平台,实现数据实时上传、动态更新,无需人工现场值守采集,可适配水利工程分散性、广覆盖的管理特点,降低人工采集成本。(3)BIM技术。建筑信息模型(BIM)技术以三维数字化建模为核心,可还原水利工程全生命周期的实体形态,涵盖工程设计、施工、运维各阶段的细节特征。实际应用中,可根据工程设计图纸构建三维模型,精准呈现堤坝、闸门、泵站等构件的尺寸、材质、安装位置,模型可同步关联工程设计参数、施工进度等信息,便于各部门查看工程

细节,实现工程信息的可视化管理,适配水利工程复杂结构的管理需求。(4)GIS地理信息系统。GIS技术以地理空间数据为核心,可将水利工程位置、水文地质条件、周边环境等信息与地理空间坐标关联,构建可视化空间地图。实际应用中,可标注水利工程选址范围、管线走向、监测点位分布等,实现工程空间信息的直观呈现,同时可整合区域内水文、地质等空间数据,为工程规划、选址及布局提供精准的空间参考,适配水利工程空间分布广的管理特点^[2]。

3 数字化技术在水利建设各阶段的具体应用

3.1 在水利建设前期规划中的应用

3.1.1 大数据技术在水利建设规划调研中的应用

水利建设前期规划调研需整合海量多源数据,实际应用中,通过布设水文监测站、地质勘察设备,实时采集区域内降水量、径流量、地下水位、土壤含水量等基础数据,同时对接气象部门、自然资源部门的历史数据资源,利用大数据技术完成数据分类、清洗与整合,剔除无效、冗余数据,形成标准化数据台账。调研过程中,可通过大数据工具对不同时段、不同区域的水文地质数据进行对比分析,精准掌握区域水资源分布特征、水文变化规律及地质条件差异,为规划调研提供精准的数据支撑,避免因数据缺失、偏差导致规划不合理,贴合水利工程前期调研的实操需求。

3.1.2 GIS技术在水利工程选址与布局中的应用

GIS技术以地理空间坐标为核心,将水利工程拟选址区域的地形地貌、水文水系、交通条件、土地利用现状等信息进行空间可视化呈现,构建区域地理信息图层。通过图层叠加,可直观查看拟选址区域与周边江河、湖泊、村庄、道路的空间关系,精准划分工程建设范围,避开生态保护区、地质灾害隐患区等敏感区域。同时,借助GIS技术的空间分析功能,对不同选址方案的地形适应性、交通便利性、水资源可利用性进行对比分析,辅助规划人员优化工程布局,确定最优选址方案,提升选址的科学性与合理性,适配水利工程选址的实操要求。

3.1.3 数字化仿真技术在规划方案论证中的应用

数字化仿真技术依托水利工程规划参数,构建与实际场景一致的仿真模型,还原工程建设后的水流状态、工程结构受力情况及周边环境影响。实际应用中,仿真模型可模拟不同水文条件下工程的运行状态,如暴雨、洪水等极端天气下的工程承载能力,验证规划方案的可行性与安全性。同时,可通过仿真模拟调整工程设计参数,如堤坝高度、闸门尺寸等,对比不同方案的适配性,优化规划方案细节,减少后期工程变更,降低规划阶段的决

策风险,贴合水利工程规划方案论证的实际流程^[3]。

3.2 在水利工程施工阶段的应用

3.2.1 BIM技术在施工建模与协同管理中的应用

实际施工中,技术人员根据水利工程设计图纸,利用BIM技术构建三维可视化模型,精准呈现堤坝、闸门、泵站、输水管道等构件的尺寸、材质、安装位置及连接关系,还原工程整体结构与细节特征。建模过程中,同步关联施工进度、质量标准、材料参数等信息,实现施工过程的可视化管控。协同管理方面,通过BIM协同平台,将施工、设计、监理等多方人员纳入统一管理体系,各方可通过模型查看工程细节、反馈问题,实现设计变更、施工调整的实时同步,避免信息壁垒,提升施工协同效率,适配水利工程施工多部门协同的需求。

3.2.2 物联网技术在施工过程实时监控中的应用

施工阶段,在堤坝、闸门、泵站等关键部位安装各类传感器,包括应力传感器、渗流量传感器、水位传感器等,实时采集施工过程中的工程结构应力、渗流量、水位变化及施工设备运行参数等数据。通过物联网无线传输模块,将采集到的数据实时上传至施工管理平台,实现数据的动态更新与实时监控。管理人员可通过平台实时查看施工状态,及时发现施工过程中的异常情况,如堤坝渗流量超标、结构应力异常等,无需人工现场值守采集数据,适配水利工程施工分散、监控难度大的特点,提升施工监控的精准度与效率。

3.2.3 数字化施工设备与智能化施工工艺的应用

实际施工中,广泛采用数字化施工设备,如智能振捣设备、自动化浇筑设备等,设备可通过预设参数自动完成施工操作,减少人工干预,提升施工精度与效率。智能化施工工艺方面,采用数字化控制的模板支护、混凝土浇筑工艺,精准控制施工质量,如通过数字化系统调整混凝土浇筑速度、振捣频率,避免出现蜂窝、麻面等质量问题。同时,数字化设备可同步记录施工数据,形成施工过程台账,为施工质量追溯提供支撑,贴合水利工程施工的实操要求。

3.3 在水利工程运维管理中的应用

3.3.1 智能监测系统在水利工程状态感知中的应用

运维阶段,在水利工程关键部位布设智能监测设备,包括堤坝渗流监测仪、闸门开度传感器、泵站运行监测器等,实时采集工程运行状态数据,涵盖堤坝渗流量、结构应力、闸门开度、泵站运行功率等。监测设备采用无线传输方式,将数据实时上传至运维管理平台,实现工程状态的全方位、全天候感知,无需人工现场巡检,可精准捕捉工程细微变化,适配水利工程运维分散、长期

监测的需求,确保监测数据的连续性与准确性。

3.3.2 大数据分析在运维故障预警与诊断中的应用

运维管理中,通过大数据技术整合智能监测系统采集的长期数据,建立故障分析模型,对数据进行深度挖掘,识别工程运行中的异常数据特征,如堤坝渗流量突变、闸门运行卡顿、泵站功率异常波动等。通过模型分析,可提前预判故障发生的可能性及部位,发出预警信号,为运维人员处置故障提供精准指引。同时,大数据分析可对故障类型、发生规律进行总结,辅助运维人员优化养护方案,贴合水利工程运维故障处置的实际需求,提升故障处置的针对性。

3.3.3 数字化平台在运维流程规范化管理中的应用

搭建统一的水利工程运维数字化管理平台,整合工程运维数据、养护记录、故障处置情况等信息,实现运维流程的规范化管理。平台可实现运维任务的分配、调度与跟踪,明确运维人员职责,记录养护维修的时间、内容、效果等信息,形成完整的运维台账。平台支持数据查询、统计分析功能,便于管理人员掌握工程运维整体情况,规范运维流程,提升运维管理的标准化水平,适配水利工程长期运维的实际需求,确保运维工作有序推进^[4]。

4 数字化技术在水利建设管理中应用的优化策略

结合当前数字化技术在水利建设管理中的应用现状及瓶颈,立足工程实际实操需求,制定以下优化策略:(1)技术层面,完善数字化技术融合应用体系。整合现有大数据、物联网、BIM等技术资源,打破不同技术、不同系统间的信息壁垒,实现数据互通共享,避免重复建设。针对水利工程不同阶段需求,优化技术应用方案,如施工阶段强化BIM与物联网的协同,运维阶段完善智能监测与大数据分析的联动,同时选用适配水利场景、稳定性强、易

操作的技术设备,降低技术应用门槛。(2)管理层面,建立数字化管理机制与人才培养体系。制定数字化管理岗位职责、操作规范及考核标准,明确各部门、各岗位在数字化应用中的职责,规范操作流程。搭建分层培训体系,针对管理人员开展数字化平台操作培训,针对技术人员开展核心技术应用培训,吸纳专业数字化人才,组建专项技术团队,解决技术应用中的实操难题^[5]。

结束语:数字化技术为水利建设管理的转型升级提供了重要支撑,有效弥补了传统管理模式的不足。本文系统分析了数字化关键技术在水利工程规划、施工、运维各阶段的实际应用,明确了技术应用要点,并针对性提出优化策略,初步实现了数字化技术与水利建设管理的深度融合。未来,需持续完善技术融合体系、强化人才培养与管理机制建设,推动数字化技术在水利建设管理中落地见效,助力水利行业实现现代化、精细化管理,更好发挥水利工程的多重效益。

参考文献:

- [1]高海燕.数字化技术在水利工程建设管理中的应用研究[J].经济理论论坛,2026(2):62-64.
- [2]王思远.水利工程建设管理中数字化技术的应用与前景展望[J].黑龙江水利科技,2025,53(2):131-134+139.
- [3]许礼祥.水利工程建设管理中数字化技术的应用与发展[J].张江科技评论,2025(5):66-68.
- [4]陈东.数字化技术在水利水电建设工程施工管理中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(9):009-012.
- [5]晋春晓.数字化勘察技术在水利水电工程全生命周期中的应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(2):216-219.